

ровками, основанными на процессах скольжения соответствующих систем скольжения. Полученные результаты моделирования очень хорошо совпадают с соответствующими экспериментами с монокристаллами, например на растяжение, которые подтверждают качество выбранного математического подхода. Показано, что, как кинематический, так и изотропный процессы определяют упрочнение как результат основного взаимодействия систем скольжения.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Kocks U. F., Kok S., Beaudoin A. J., Tortorelli D. A. *A polycrystal plasticity model based on the mechanical threshold* // Int. J. of Plasticity. – 2002. – No 18. – P. 715–741.
2. Harder J. *FEM-simulation of the hardening behavior of FCC single crystals* // Acta Mechanica. – 2001. – No 150. – P. 197–217.

**И. В. Конюхов**

*Казанский (Приволжский) федеральный университет,  
IvanKonuyukhov@yandex.ru*

## **ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА ПРИ ПУСКЕ НЕФТЯНОЙ ДОБЫВАЮЩЕЙ СКВАЖИНЫ, ОБОРУДОВАННОЙ ЦЕНТРОБЕЖНЫМ ЭЛЕКТРОНАСОСОМ**

Рассматриваются переходные процессы, возникающие при выводе на эксплуатационный режим добывающей нефтяной скважины, оборудованной установкой многоступенчатого

электроцентробежного насоса (УЭЦН). Исследования проводятся на основе численного моделирования нестационарных взаимосвязанных процессов тепломассопереноса, возникающих при движении многофазных и однофазных потоков в единой системе, включающей в себя нефтяной пласт сложного строения, трубы скважины, погружную установку ЭЦН, работа которой контролируется наземной станцией управления (СУ).

Расчет термо-гидродинамических процессов в слоисто-неоднородном пласте осуществляется на основе модели двухфазной фильтрации с учетом сжимаемости пористой среды и фаз, гидродинамической связи между пропластками в пренебрежении силой тяжести. Для вычисления характеристик трехфазных потоков в трубах наклонно-направленной скважины и проточных каналах центробежного насоса используются математические модели, которые учитывают неизотермичность, фазовые переходы, массообмен с кольцевым затрубным пространством скважины, трение, влияние силы тяжести, разгазирование нефтяной фазы в скважине, растворение газа в нефти в каналах насоса, сжимаемость фаз, изменение структурных форм течения смеси, возможную инверсию жидких фаз и проскальзывание дисперсных составляющих потока, его теплообмен с окружающей средой. Пересчет характеристик работы ступеней ЭЦН с воды на неоднородные среды базируется на известной полуэмпирической методике П.Д. Ляпкина, модифицированной с целью упрощения алгоритма вычислений напора, мощности, КПД ступени ЭЦН и параметров работы погружного электродвигателя (ПЭД) в зависимости от свойств перекачиваемой трехфазной смеси и частоты электрической сети.

Переходные процессы осложняются возникновением, перемещением и исчезновением подвижных границ между областями

ми движения смеси и воды в трубах скважины и насосном узле. Кроме того, здесь могут формироваться области течения газожидкостных и жидкостных потоков с подвижными границами.

Для решения поставленной задачи используются численные методы, реализованные в программном комплексе Oil-RWP, позволяющем проводить многовариантные расчеты. Особенностью работы пакета является его взаимодействие с внешним специальным программным модулем KSU, имитирующим работу контроллера станции управления. Пусковой режим системы и последующие переходные процессы инициируются включением двигателя УЭЦН с помощью модуля KSU. Обмен данными между обеими программами осуществляется с помощью технологии общей памяти: из приложения Oil-RWP в KSU поступают “телеметрические” данные и текущие параметры работы ПЭД. Имитатор контроллера KSU анализирует полученную информацию и вырабатывает необходимые параметры управления погружной установкой, передаваемые в Oil-RWP.

Анализ результатов расчетов позволяет сделать следующие выводы. 1) Время вывода скважины на рабочий режим зависит от обводненности продукции, фильтрационно-емкостных параметров пласта, физико-химических свойств фаз и характеристик ЭЦН и ПЭД. 2) Эти параметры влияют на количество отключений установки контроллером наземной СУ при освоении скважины. 3) Решение нестационарной задачи освоения скважины при больших временах переходного процесса практически совпадает с решением обратной квазистационарной задачи при соответствующих исходных данных.

Математические модели и программное обеспечение пакета Oil-RWP позволяют выполнить правильный подбор УЭЦН к

скважине и прогнозировать динамику переходных процессов тепломассопереноса в системе “пласт-скважина-УЭЦН”.

**Д. В. Коротяев**

*Северный (Арктический) федеральный университет,*

*korotyaev.denis@gmail.com*

**КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОМ  
КЛАСТЕРИЗАЦИИ РАВНОМЕРНЫХ  
ИНВАРИАНТНЫХ ЛОКАЛЬНЫХ БИНАРНЫХ  
ШАБЛОНОВ В ИЗОБРАЖЕНИЯХ  
С УЧАСТКАМИ ПОРАЖЕНИЯ КОЖИ  
(МЕЛАНОМА)**

В современном мире все более актуальной становится проблема кожных заболеваний, в особенности это касается рака кожи (меланомы). Количество летальных исходов, приходящихся на меланому, постоянно растет. Выявление на раннем этапе кожных патологий, характерных для рака кожи, является важным этапом в лечении данного заболевания. Но доступ к дерматологам ограничен во многих странах мира, поэтому многие пациенты проходят обследование у врачей общей практики. Использование биомедицинских информационных систем диагностики позволяет сэкономить время и ресурсы данным специалистам. В статье рассмотрен один из подходов к автоматической классификации кожных поражений для диагностических систем, оснащенных дерматоскопом или камерой.

В качестве исходных данных использовались дермаскопические снимки с поражениями кожи, поделенные на 3 группы: меланома, злокачественные поражения и доброкачественные